

اثر دما بر برخی ویژگی‌های زیستی کفشدوزک
Hippodamia variegata (Goeze) با تغذیه از پسیل معمولی پسته
Agonoscena pistaciae Burckhardt and Lauterer
و تخم بید غلات *Sitotroga cerealella* Olivier

فاطمه اصغری^۱، محمد امین سمیع^{۲*}، کامران مهدیان^۳، مهدی بصیرت^۴ و حمزه ایزدی^۵
۱، ۲، ۳، ۵، دانش‌آموخته کارشناسی ارشد و استادیاران دانشکده کشاورزی دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان،
رفسنجان، ۴، مربی پژوهش مؤسسه تحقیقات پسته کشور، رفسنجان
(تاریخ دریافت: ۸۹/۸/۵ - تاریخ تصویب: ۹۰/۳/۲۴)

چکیده

ویژگی‌هایی مانند سرعت رشد، ماندگاری بیشتر، باروری بالاتر و درشتی بدن دشمنان طبیعی حشرات، برای تولید انبوه آنها به عنوان عوامل کنترل بیولوژیکی مهم هستند. برای این مهم، عوامل وابسته به نرخ رشد برای ایجاد تنوع ژنتیکی در برابر واکنش‌های وابسته به دما انتخاب می‌شوند. کفشدوزک *Hippodamia variegata* (Goeze) (Col: Coccinellidae) یکی از شکارگرهای مهم آفات در باغ‌های ایران است. در این پژوهش تأثیر ۶ دمای ثابت ۱۷/۵، ۲۲/۵، ۲۵، ۲۷/۵، ۳۰ و ۳۲/۵ درجه سلسیوس بر زمان رشد این کفشدوزک با تغذیه از پسیل معمولی پسته *Agonoscena pistaciae* Burckhardt and Lauterer (Hem.: Aphalaridae) و بید غلات *Sitotroga cerealella* Olivier (Lep. Gelechiidae) در شرایط آزمایشگاهی با رطوبت نسبی ۵۵±۵ و ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی بررسی شد. کل دوره رشد برای کفشدوزک در دماهای بالا به ترتیب ۴۷/۶۳±۱/۵۳، ۲۵/۰۸±/۱۸، ۱۷/۲۷±/۶۴، ۱۵/۱۴±/۳۷، ۱۲/۱۶±/۴۶ و ۱۱/۲۷±/۳۹ روز با تغذیه از تخم بید غلات و ۴۰/۱۱±/۷۵، ۲۲/۶۸±/۳۲، ۱۸/۶±/۲۶، ۱۵/۵±/۱۸، ۱۳/۹±/۳۱ و ۱۳/۱۲±/۵۱ روز با تغذیه از پسیل معمولی پسته بود. نتایج نشان داد که زمان رشد با افزایش دما کاهش می‌یابد. کمترین زنده‌مانی در دماهای مختلف، برای لارو سن ۱ و بیشترین زنده‌مانی برای لاروهای سن ۳، ۴ و شفیره به دست آمد. نتایج نشان داد که بین اثر دما و طول هر یک از دوره‌های رشدی کفشدوزک اختلاف معنی‌دار وجود دارد. آستانه‌های پایین رشد برای دوره تخم، لارو، شفیره و کل دوره تخم تا حشره کامل به ترتیب ۱۱/۹۱، ۱۲/۴۳، ۹/۶۳ و ۱۰/۳۱ درجه سلسیوس به دست آمد و ثابت دمایی برای مراحل رشدی بالا به ترتیب ۳۹/۰۶، ۱۵۶/۲۵، ۵۷/۸ و ۲۸۵/۷۱ روز درجه تخمین زده شد.

واژه‌های کلیدی: آستانه حرارتی، دما، زیست‌شناسی، بید غلات، پسیل معمولی پسته،
مجموعه نیاز حرارتی، *Hippodamia variegata*.

مقدمه

کفشدوزک‌ها از شکارگرهای مهم در آگرواکوسیستم‌ها هستند که در کنترل بیولوژیک مورد استفاده قرار گرفته (Obrycki & Kring, 1998) و در ایجاد تعادل جمعیت آفاتمانند شته‌ها، پسپیل‌ها، شپشک‌ها، کنه‌ها، تخم و لارو حشرات نقش مهمی دارند (Ahmadi & Sarafrazi, 1993; Hodek, 1973). کفشدوزک (*Hippodamia variegata* (Goeze) (Col.: Coccinellidae) یک گونه پلی‌فاژ با پراکنش جهانی در منطقه پالئارکتیک بوده و از آن‌جا به منطقه نئارکتیک نیز کشانده شده است (Gordon, 1987; Krafur et al., 1996; Franzmann, 2002). این کفشدوزک در سال ۱۹۶۷ در شمال آفریقا (Aalbersberg et al., 1988) و در سال ۱۹۷۵ در چین (Zaniga et al., 1986) معرفی و به خوبی در این کشورها مستقر شده است. اولین گزارش از استقرار این کفشدوزک در شمال غربی آمریکا در سال ۱۹۹۲ (Wheeler & Stoops, 1996) و در استرالیا در سال ۲۰۰۰ بود (Franzmann, 2002). کوشش‌های متعددی در سال‌های ۱۹۵۷-۱۹۵۸ باعث استقرار این کفشدوزک در هند، اریزونا و فلوریدا شد (Gordon & vanDen Borg, 1991). اولین کشف از استقرار کفشدوزک مذکور نزدیک دهکده کبک در شرق کانادا در سال ۱۹۸۴ بوده اما تلاشی برای معرفی این کفشدوزک نشده و منشاء آن ناشناخته می‌باشد (Franzmann, 2002). این کفشدوزک شکاری در ایران ابتدا در سال ۱۳۴۰ توسط فرحبخش روی شپشک‌های *Sign Phenacoccus (=Pseudococcus) aceris* و *Pseudococcus (=Planococcus) citri* Risso از نواحی شمال کشور گزارش شده است. کفشدوزک *H. variegata* بر خلاف بسیاری از کفشدوزک‌ها، تمایل کمی به هم‌خواری دارد؛ از این‌رو برای پرورش انبوه، گونه بسیار مفیدی است (Gibson et al., 1992). این کفشدوزک، با داشتن جنه کوچک، قدرت جستجوگری زیاد و توانایی تولیدمثلی بالا، از مؤثرترین گونه‌های شکارگر در شرایط گلخانه می‌باشد (Ershova, 1981) و می‌تواند در مدت زمان کوتاه، جمعیت خود را در طبیعت زیاد کند (Kontodimas & Stathas, 2004). با وجود تأثیر مثبت این کفشدوزک روی آفات، ممکن است روی

سایر شکارگرها تأثیر منفی داشته باشد (Wheeler & Stoops, 1996; Elliotte et al., 1996) دوره روشنایی (Kontodimas & Stathas, 2004; Subramanyan & Hagstrum, 1991)، رژیم غذایی حشرات، گونه، رقم و مرحله رشدی گیاه میزبان بر زمان رشد حشرات تأثیر می‌گذارند (Dent & Wratten, 1986; Yang et al., 1994). کیفیت میزبان به‌وسیله دما و رطوبت تحت تأثیر قرار می‌گیرد و از این طریق به‌صورت غیر مستقیم بر رشد حشرات تأثیر می‌گذارد. سرعت رشد کفشدوزک‌ها به‌شدت تحت تأثیر دمای محیط قرار دارد به‌طوری‌که در یک دامنه دمایی مناسب، نرخ رشد مراحل نابالغ و سرعت رشد زیاد شده و طول دوره‌های رشدی کوتاه‌تر می‌شود (Elhabi et al., 2000; Molashahi et al., 2002; Davidson, 1994; Katsarou et al., 2005). دما بر تعداد نسل کفشدوزک نیز تأثیرگذار است (Wang et al., 1984). با نگرش به اینکه تخم پروانه بید غلات برای پرورش مصنوعی کفشدوزک *H. Variegata* مناسب است (Asghari, 2010)، در این پژوهش تأثیر دماهای مختلف بر طول دوره‌های رشدی و میزان مرگ‌ومیر کفشدوزک *H. Variegata* با تغذیه از تخم پروانه بید غلات به عنوان غذای آماده و پسپیل معمولی پسته به عنوان غذای شاهد طبیعی بررسی و مقایسه شد.

مواد و روش‌ها

جمع‌آوری و پرورش کفشدوزک

کفشدوزک *H. variegata* برای انجام پژوهش، روی درختان پسته و یونجه‌کاری‌های ایستگاه شماره ۲ مؤسسه تحقیقات پسته رفسنجان در تاریخ ۱۵ تیرماه سال ۱۳۸۷ جمع‌آوری شده و به آزمایشگاه کنترل بیولوژیک مؤسسه تحقیقات رفسنجان کشور منتقل شد. برای جمع‌آوری کفشدوزک، از روش ضربه‌زنی استفاده شد. به این ترتیب که با استفاده از یک چوبه دستی، چند ضربه به‌طور یکنواخت به سرشاخه‌ها وارد شده و در زیر سرشاخه‌ها یک ظرف چهارگوش سفید قرار گرفته و کفشدوزک‌ها داخل این ظرف جمع‌آوری شدند. برای انتقال حشرات کامل به آزمایشگاه، از ظروف پلاستیکی دارای تهویه مناسب، (برای تغذیه کفشدوزک در زمان

تأمین تخم در آزمایشگاه پرورش داده شد (Asghari, 2010). تخم‌های تولید شده به منظور آلوده‌سازی مجدد، به‌عنوان میزبان واسط برای پرورش حشره و انجام آزمایش‌های مورد نظر مورد استفاده قرار گرفتند. تمام مراحل پرورش کفشدوزک در دمای 25 ± 2 درجه سانتی‌گراد، رطوبت نسبی $55 \pm 5\%$ و دوره روشنایی ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی انجام شد.

تعیین طول دوره جنینی و درصد تفریح تخم‌ها

در ابتدای این آزمایش لازم بود تا یک جمعیت هم‌سن از کفشدوزک داشته باشیم. برای این منظور ۱۰ کفشدوزک ماده جفت‌گیری کرده انتخاب و برای تخم‌ریزی روی دیسک‌های برگی منتقل شدند. پس از ۲۴ ساعت کفشدوزک‌های ماده خارج و هر یک به ظروف دیگری منتقل شدند. تخم‌های گذاشته شده نیز داخل همان پتری باقی ماندند، سپس این پتری‌ها درون ظروف پلاستیکی حاوی نمک نیترات منیزیم در انکوباتور قرار گرفتند. با بازدید روزانه، میانگین حد فاصل میان زمان تخم‌گذاری تا تفریح تخم‌ها به عنوان دوره جنینی تخم ثبت شد. سپس با تعیین نسبت بین تخم‌های تفریح شده و تخم‌هایی که به نوزاد تبدیل نشده بودند، درصد مرگ و میر تخم محاسبه شد.

تعیین طول دوره سنین مختلف لاروی و شفیره کفشدوزک و درصد مرگ‌ومیر آنها

لاروهای سن یک، یک روزه با استفاده از قلم‌موی نرم به صورت جداگانه، روی دیسک‌های برگی منتقل شد. دوره رشد لارو سن ۱ تا ۴ و شفیره بررسی و میزان مرگ‌ومیر ثبت شد. لاروهای کفشدوزک در طول انجام این آزمایش با پسپیل معمولی پسته و تخم‌های بید غلات تغذیه شدند. این آزمایش در سه تکرار و هر تکرار با ۲۰ لارو سن ۱ کفشدوزک برای هر دما و هر غذا (کل ۷۲۰ لارو سن ۱) انجام شد. و هر یک به‌طور جداگانه در ظرف پرورش داده شدند. از طریق بررسی‌های روزانه طول دوره هر یک از مراحل مختلف رشدی و میزان بقای سنین مختلف لاروی کفشدوزک بررسی شد. این آزمایش در دماهای ۱۷/۵، ۲۲/۵، ۲۵، ۲۷/۵، ۳۰ و ۳۲/۵ درجه‌سلسیوس، رطوبت نسبی $55 \pm 5\%$ درصد و طول دوره روشنایی ۱۶ ساعت انجام گرفت.

انتقال، درون ظروف برگ‌های آلوده به پسپیل قرار داشت) استفاده شد.

پرورش کفشدوزک در آزمایشگاه

کفشدوزک‌های منتقل شده به آزمایشگاه درون ظروف پتری به قطر ۶ سانتی‌متر با روزنه‌ای به قطر ۱/۵ سانتی‌متر که با توری پوشانده شده بود قرار داده شد (درون هر ظرف پتری یک عدد حشره قرار گرفت) سپس ۱۰ عدد از این پتری‌ها درون ظرف پلاستیکی شفاف و سفید رنگ بزرگی به ابعاد ۲۰ در ۲۵ و به ارتفاع ۱۰ سانتی‌متر قرار داده شدند. به منظور تهویه در داخل ظرف پلاستیکی، سوراخی به قطر ۳ سانتی‌متر ایجاد و سپس با یک پارچه توری روی آن پوشانده شد. به منظور تنظیم رطوبت در حدود $55 \pm 5\%$ یک ظرف حاوی ۳۰ گرم نمک نیترات منیزیم استفاده شد ظروف نمک هر ۲۴ ساعت یک‌بار بررسی و در صورت لزوم تعویض شدند. به منظور تغذیه حشرات کامل، برگ‌های آلوده به پوره‌های سنین مختلف پسپیل معمولی پسته روزانه از باغ‌های پسته جمع‌آوری شده و در اختیار حشرات کامل قرار داده شد. به منظور جلوگیری از رشد قارچ برگ‌های درون ظروف پرورش هر روز و ظروف پرورش، هر سه روز یک‌بار تعویض شدند. در این پژوهش، برخی از مطالعات آزمایشگاهی با استفاده از دیسک برگ پسته انجام شد. برای تهیه دیسک برگی ابتدا تعدادی برگ درخت پسته از باغ چیده و به آزمایشگاه منتقل شدند. سپس برگ‌ها با آب شسته و با دستمال کاغذی خشک شدند و به اندازه قطر ظروف پتری برش داده شدند. برای حفظ رطوبت داخل ظروف پتری و سالم ماندن برگ از محیط رشد آگار ۰/۸ درصد استفاده شد. به این صورت که محیط آگار در اتوکلاو با دمای ۱۲۰ درجه سلسیوس با فشار ۱ اتمسفر تهیه و پس از خنک شدن (قبل از انجماد) حدود ۵ میلی‌لیتر از آن داخل ظرف ریخته و پس از سرد شدن، برگ پسته به اندازه پتری‌دیش بریده شده و از سطح پشتی روی محیط کشت قرار گرفت و پسپیل مورد نیاز برای آزمایش روی برگ‌ها قرار گرفت. روش دیگر پرورش کفشدوزک استفاده از تخم پروانه بیدغلات *Sitotroga cerealella* و پروانه بید آرد، *Ephestia kuehniella* (Lep.: Pyralidae) بود. به این انگیزه، این دو حشره نیز برای

داده‌ها انجام و از ریشه دوم آنها استفاده شد. میانگین‌های به‌دست آمده از طریق آزمون چند دامنه‌ای دانکن مقایسه شدند و منحنی‌ها و نمودارها به کمک نرم‌افزار Excel2003 رسم شدند. کفشدوزک *H. variegata* توسط پروفسور Helmut Fursh از موزه جانورشناسی مونیخ، آلمان تأیید شد.

نتایج و بحث

طول دوره‌های رشدی کفشدوزک در دماهای مختلف با تغذیه از پسیل معمولی پسته

نتایج همبستگی بین دما و پارامترهای رشدی نشان داد که اثر دما روی تمام پارامترها در سطح ۱ درصد معنی‌دار است. مقدار میانگین مربوط به تأثیر ۶ دمای مختلف در طول هر یک از مراحل رشدی کفشدوزک *H. variegata* در دماهای ۱۷/۵، ۲۲/۵، ۲۵، ۲۷/۵، ۳۰ و ۳۲/۵ درجه سلسیوس با تغذیه از پسیل معمولی پسته در جدول ۱ آمده است. نتایج نشان داد که برای کلیه پارامترها دمای ۱۷/۵ بیشترین و دمای ۳۲/۵ کمترین طول دوره رشد را داشته است. نتایج نشان داد که با افزایش دما از ۱۷/۵ به ۳۲/۵ درجه سلسیوس سرعت رشد در کفشدوزک زیاد شده و طول دوره‌های رشدی کوتاه‌تر شد (شکل ۱)، به طوری که از ۴۰/۱۱ روز در دمای ۱۷/۵ درجه سلسیوس به ۱۳/۱۲ روز در دمای ۳۲/۵ درجه سلسیوس کاهش یافت. مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین طول دوره رشدی در دمای ۱۷/۵ درجه سلسیوس و کوتاه‌ترین طول دوره رشدی مربوط به دمای ۳۲/۵ درجه سلسیوس می‌باشد.

محاسبه آستانه حداقل و نیاز دمایی کفشدوزک *H. variegata* با تغذیه از پسیل معمولی پسته

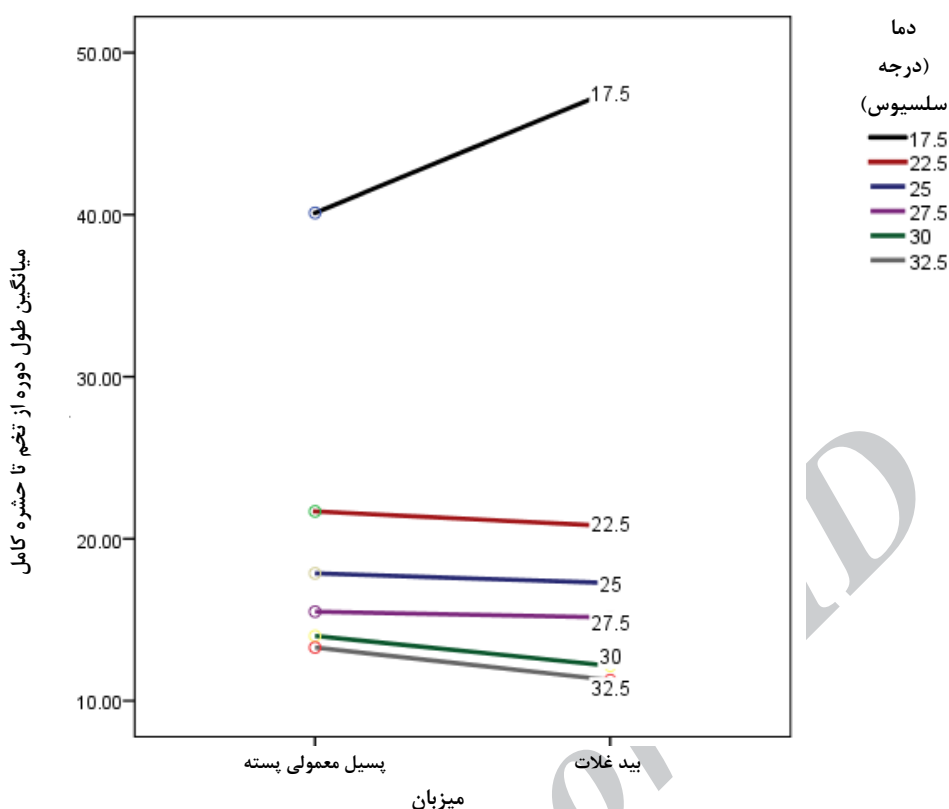
آستانه حداقل دمایی برای مراحل مختلف رشد این حشره و همچنین تخمین مجموع نیاز حرارتی آنها با استفاده از روش Campbell *et al.* (1974) محاسبه شد. به این منظور میانگین دوره رشد، برای کل مرحله رشدی در هر یک از دماهای آزمایشی (۱۷/۵، ۲۲/۵، ۲۵، ۲۷/۵، ۳۰، ۳۲/۵) محاسبه شد. سپس نسبت رشد در هر دما با معکوس نمودن میانگین دوره رشد (روز) برای هر مرحله رشدی حشره به‌دست آمد. سپس با استفاده از نرم افزار Excel منحنی رگرسیون درجه سوم ترسیم و نقاط واقع در قسمت خطی منحنی تعیین شد. از این نقاط برای رسم رگرسیون خطی استفاده شد. به این ترتیب معادله خطی برای هر یک از مراحل رشدی این حشره به‌طور جداگانه به‌دست آمد. از معادله خطی برای تخمین آستانه حداقل دما (T_0) و مجموع نیاز دما (K) استفاده شد. با توجه به معادله خطی $y = a + bT$ ، در واقع نسبت رشد و T درجه دما می‌باشد. آستانه حداقل دمایی $T_0 = -a/b$ از محاسبه رابطه T_0 و مجموع نیاز حرارتی K از طریق فرمول $K = 1/b$ به‌دست آمد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

کلیه داده‌ها در برنامه Excel2007 در قالب طرح‌های مربوطه تنظیم شد و وارد نرم‌افزار SPSS شدند. قبل از تجزیه و تحلیل داده‌ها ابتدا آزمون نرمال بودن داده‌ها با استفاده از گزاره STAT در نرم‌افزار MIMITAB 14 انجام شد. پس از اطمینان از نرمال بودن داده‌ها، محاسبات صورت گرفت. در صورت نرمال نبودن داده‌ها تصحیح

جدول ۱- مقایسه میانگین طول دوره‌های رشدی کفشدوزک *H. variegata* با تغذیه از پسیل معمولی پسته *Agonoscena pistaciae* در دماهای مختلف

مرحله رشدی	دما (C)					
	۳۲/۵ ± se	۳۰ ± se	۲۷/۵ ± se	۲۵ ± se	۲۲/۵ ± se	۱۷/۵ ± se
تخم	۲	۲	۳	۳	۵	۷
لارو سن ۱	۲/۵±۰/۱۸	۲/۷۰±۰/۱۵	۲/۸±۰/۰۹	۳/۸±۰/۳۱	۴/۱۲±۰/۳۵	۷/۲۲±۰/۴۹
لارو سن ۲	۱/۷۵±۰/۲۵	۱/۹۰±۰/۱۸	۱/۹۵±۰/۰۵	۲/۲۰±۰/۲۰	۲/۶۸±۰/۲۷	۵/۳۳±۰/۱۶
لارو سن ۳	۱/۸۷±۰/۲۲	۲/۱۰±۰/۱۸	۲/۲۰±۰/۰۹	۲/۳۳±۰/۱۸	۲/۸۷±۰/۲۰	۶/۴۴±۰/۴۱
لارو سن ۴	۲±۰/۱۸	۲/۲±۰/۱۳	۲/۳۰±۰/۱۰	۳/۶۶±۰/۱۸	۳/۶۸±۰/۲۵	۶/۴۴±۰/۳۷
شفیره	۳±۰/۱۸	۳/۱±۰/۲۳	۳/۲۵±۰/۱۲	۳/۶۰±۰/۱۳	۴/۳۱±۰/۲۱	۷/۶۶±۰/۵۲
کل دوره لاروی	۸/۱۲±۰/۴۴	۸/۸±۰/۲۰	۹/۲۵±۰/۱۶	۱۲±۰/۳۷	۱۳/۳۷±۰/۲۰	۲۵/۴۴±۰/۸۶
کل	۱۳/۱۲±۰/۵۱	۱۳/۹۰±۰/۳۱	۱۵/۵۰±۰/۱۸	۱۸/۶±۰/۳۶	۲۲/۶۸±۰/۳۲	۴۰/۱۱±۰/۷۵



شکل ۱- طول دوره رشدی از تخم تا حشره کامل کفشدوزک *H. variegata* با تغذیه از پسپیل معمولی پسته و تخم بید غلات در دماهای مختلف

نشان داد که با افزایش دما از ۱۷/۵ به ۳۲/۵ درجه سلسیوس سرعت رشد و نمو در کفشدوزک زیاد شده و طول دوره‌های رشدی کوتاه‌تر می‌شود، به طوری که از ۴۷/۶۳ روز در دمای ۱۷/۵ درجه سلسیوس به ۱۱/۲۷ روز در دمای ۳۲/۵ درجه سلسیوس کاهش یافت (جدول ۳). مقایسه میانگین حاصل از جدول ۳ با استفاده از رگرسیون خطی نشان می‌دهد که دما اختلاف معنی‌داری روی کل دوره رشدی کفشدوزک *H. variegata* داشته است.

درصد مرگ‌ومیر مراحل مختلف رشدی کفشدوزک نیز در دماهای مورد آزمایش در جدول ۲ آمده است. درصد مرگ‌ومیر از تخم تا حشره کامل با افزایش دما از ۱۷/۵ به ۲۵ درجه سانتی‌گراد کاهش یافته و با افزایش دما از ۲۷/۵ تا ۳۲/۵ افزایش پیدا کرد (شکل ۲).

طول دوره‌های رشدی کفشدوزک در دماهای مختلف با تغذیه از تخم بید غلات

طول دوره رشدی کفشدوزک فوق با استفاده از تخم بید غلات مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج این تحقیق

جدول ۲- درصد مرگ‌ومیر کفشدوزک *H. variegata* با تغذیه از پسپیل معمولی پسته در دماهای مختلف

مرحله رشدی	دما (C)					
	۳۲/۵ ± se	۳۰ ± se	۲۷/۵ ± se	۲۵ ± se	۲۲/۵ ± se	۱۷/۵ ± se
تخم	۱۹/۱۵	۱۵/۷۹	۲۰/۳۳	۲۵/۷۸	۳۰	۳۳/۳۴
لارو سن ۱	۱۷/۱۴	۱۵	۷/۵	۴/۱۶	۰	۱۵
لارو سن ۲	۸/۵۷	۷/۵	۵	۴/۱۶	۰	۵
لارو سن ۳	۰	۰	۲/۵	۰	۸/۶۹	۰
لارو سن ۴	۸/۵۷	۲/۵	۲/۵	۰	۰	۰
شفیره	۲/۸۵	۵	۲/۵	۰	۰	۰
کل	۵۶/۲۸	۴۲/۷۹	۴۰/۳۳	۳۴/۱۰	۳۸/۶۹	۵۳/۳۴

جدول ۳- مقایسه میانگین طول دوره‌های رشدی کفشدوزک *H. variegata* با تغذیه از تخم بید غلات *S. cerealella* در دماهای مختلف

مرحله رشدی	دما (°C)					
	۳۲/۵ ± se	۳۰ ± se	۲۷/۵ ± se	۲۵ ± se	۲۲/۵ ± se	۱۷/۵ ± se
تخم	۲/۰۱±۰/۰۶	۲/۱۶±۰/۱۵	۲/۲۶±۰/۱۰	۳/۰۲±۰/۲۲	۵/۰۰±۰/۳۶	۷/۲۵±۰/۸۹
لارو سن ۱	۱/۸±۰/۱۰	۲/۲۷±۰/۲۳	۲/۸۸±۰/۲۰	۳±۰/۱۸	۵/۵۰±۰/۱۸	۱۲/۶۲±۱/۱۲
لارو سن ۲	۱/۷۳±۰/۱۱	۱/۸۱±۰/۱۲	۲/۷۶±۰/۱۰	۳/۱۲±۰/۲۹	۴/۱۲±۰/۲۲	۴/۷۵±۰/۳۶
لارو سن ۳	۱/۲۶±۰/۱۱	۱/۴۵±۰/۱۵	۲/۲۳±۰/۱۰	۲/۳۷±۰/۴۲	۳±۰/۱۶	۳/۱۲±۰/۴۴
لارو سن ۴	۲/۲۰±۰/۱۰	۲/۳۶±۰/۱۵	۲/۴۷±۰/۱۲	۲/۷۵±۰/۳۱	۴/۱۲±۰/۱۱	۷/۷۵±۰/۷۰
شفیره	۱/۵۳±۰/۱۶	۲±۰/۵۵	۲/۵۲±۰/۲۲	۳±۰/۰۰	۳/۳۳±۰/۵۵	۱۲/۱۲±۰/۸۳
کل دوره لاروی	۷/۷۳±۰/۳۰	۸±۰/۲۳	۱۰/۳۵±۰/۲۸	۱۱/۵±۰/۶۴	۱۶/۷۴±۰/۲۹	۲۸/۲۵±۱/۶۱
کل	۱۱/۲۷±۰/۳۹	۱۲/۱۶±۰/۴۶	۱۵/۱۴±۰/۳۷	۱۷/۲۷±۰/۶۴	۲۵/۰۸±۰/۱۸	۴۷/۶۳±۱/۵۳

متقابل بین دما و غذا در سطح ۱ درصد معنی‌دار است. اثر توأم دما و میزبان بر طول دوره‌های رشدی کفشدوزک

میانگین طول دوره‌های رشدی کفشدوزک با تغذیه از پوره‌های سن ۵ پسیل معمولی پسته و تخم سیتوتروگا در ۶ دما در (جدول ۵) آمده است. مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بین طول دوره رشدی در دماهای ۱۷/۵، ۲۲/۵، ۳۲/۵ درجه سلسیوس اختلاف معنی‌دار وجود دارد که در دماهای ۱۷/۵، ۲۲/۵ درجه سلسیوس طول دوره رشدی با تغذیه از پوره پسیل معمولی پسته کوتاه‌تر و در دمای ۳۲/۵ درجه سلسیوس طول دوره رشدی با تغذیه از تخم بید غلات کوتاه‌تر است. اما در دماهای ۲۲/۵، ۲۵ و ۲۷/۵ درجه سلسیوس تفاوت معنی‌داری با تغذیه از این دو غذا دیده نشد با وجود این، چون درصد مرگ‌ومیر کفشدوزک *H. variegata* با تغذیه از تخم بید غلات در مقایسه با پسیل معمولی پسته بیشتر بود، بنابراین پسیل معمولی پسته برای پرورش این کفشدوزک میزبان مناسب‌تری می‌باشد. نتایج تجزیه واریانس دو طرفه نشان داد که دما و میزبان تأثیر معنی‌داری روی هم دارند.

محاسبه آستانه حداقل و نیاز دمایی کفشدوزک *H. variegata* با تغذیه از پسیل معمولی پسته

دوره تخم: با استفاده از میانگین دوره جنین تخم کفشدوزک در ۶ دمای مورد آزمایش نسبت رشد حشره در این دماها محاسبه شد. بین دماهای آزمایشی و نسبت رشد رگرسیون خطی گرفته شد که معادله رگرسیون خطی $Y = -0.305 + 0.0256X$ و $R^2 = 0.96$

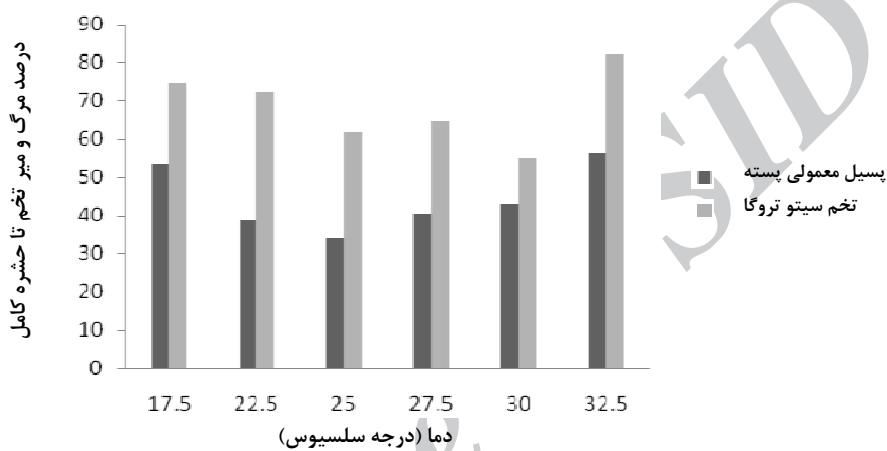
درصد مرگ میر کفشدوزک در دماهای مختلف با تغذیه از تخم بید غلات (جدول ۴) نشان داد که با افزایش دما درصد مرگ‌ومیر از تخم تا حشره کامل از دمای ۱۷/۵ تا ۲۵ کاهش یافته و از دمای ۳۲/۵ تا افزایش یافته است (شکل ۲). این روند برای تغذیه کفشدوزک از پسیل معمولی پسته نیز دنبال شد. نتایج شکل ۲ نشان می‌دهد که درصد مرگ‌ومیر کفشدوزک با تغذیه از تخم بید غلات در سطح بالاتری قرار می‌گیرد. بنابراین میزبان طبیعی مانند پسیل پسته در زنده‌مانی مراحل مختلف رشدی اثرگذار است و دمای ۲۵ و ۲۷/۵ مناسب‌ترین دما برای رشد و زنده‌مانی کفشدوزک است. بر این اساس، تعداد حشرات کامل به وجود آمده افزایش یافته و زادآوری بیشتری به دنبال خواهد داشت. با نگرش به اینکه با افزایش دما طول دوره‌های رشدی کاهش یافته و این روند تا بالاترین دما سیر نزولی داشته است، لذا بر اساس اثر دما روی طول دوره‌های رشدی، قضاوت روی بهترین دما برای پرورش کفشدوزک دشوار است و استفاده از اثر دما روی روند مرگ‌ومیر برای پیش‌بینی بهترین دمای رشد منطقی‌تر است. نکته دیگر اینکه محاسبه نرخ ذاتی رشد جمعیت I_m و مورد قضاوت قرار دادن این پارامتر برای پیش‌بینی دمای مناسب منطقی‌تر و دقیق‌تر است.

اثر متقابل میزبان و دما بر طول دوره‌های رشدی کفشدوزک

نتایج تجزیه واریانس بین اثر متقابل ۶ دما و دو میزبان با استفاده از تجزیه چند متغیره با طرح پایه فاکتوریل نشان داد که برای تمام پارامترهای رشدی اثر

جدول ۴- درصد مرگ‌ومیر کفشدوزک *H. variegata* با تغذیه از تخم بید غلات *S. cerealella* در دماهای مختلف

دما (°C)						مرحله رشدی
۳۲/۵	۳۰	۲۷/۵	۲۵	۲۲/۵	۱۷/۵	
۲۵	۱۸	۲۰	۲۸	۳۳	۳۲/۷۰	تخم
۴۲	۲۲/۲۲	۴۱	۳۳/۶۷	۳۳/۶۹	۳۸/۱۸	لارو سن ۱
۱۵		۱	۰	۲/۱۷	۳/۶۳	لارو سن ۲
۰		۱	۰	۰	۰	لارو سن ۳
۰		۱	۰	۰	۰	لارو سن ۴
۰	۱۴/۸۱	۱	۰	۵/۴۳	۰	شفیره
۸۲	۵۵/۰۳	۶۵	۶۱/۶۷	۷۲/۲۹	۷۴/۵۱	کل دوره رشدی مراحل نابالغ



شکل ۲- مقایسه اثر دما بر درصد مرگ و میر تخم تا حشره کامل کفشدوزک *H. variegata* با تغذیه از پسپیل معمولی پسته و تخم بید غلات در دماهای مختلف

جدول ۵- مقایسه میانگین طول دوره‌های رشدی کفشدوزک با تغذیه از پسپیل و تخم بید غلات *Sitotroga cerealella* در ۶ دما

پسپیل معمولی پسته - ۱۷/۵	کل دوره لاروی کفشدوزک	کل دوره رشدی کفشدوزک
۲۵/۴۴±۰/۸۶b	۴۰/۱۱±۰/۷۵b	پوره پسپیل معمولی پسته - ۲۲/۵
۱۳/۳۷±۰/۲۰d	۲۲/۶۸±۰/۳۲d	پوره پسپیل معمولی پسته - ۲۵
۱۲±۰/۳۷e	۱۸/۶±۰/۳۶e	پوره پسپیل معمولی پسته - ۲۷/۵
۹/۲۵±۰/۱۶f	۱۵/۵۰±۰/۱۸f	پوره پسپیل معمولی پسته - ۳۰
۸/۸±۰/۲fg	۱۳/۹۰±۰/۳۱fg	پوره پسپیل معمولی پسته - ۳۲/۵
۸/۱۲±۰/۴۴f	۱۳/۱۲±۰/۵۱g	تخم بید غلات - ۱۷/۵
۲۸/۲۵±۰/۱۶۱a	۴۷/۶۳±۱/۵۳a	تخم بید غلات - ۲۲/۵
۱۶/۷۴±۰/۲۹c	۲۵/۰۸±۰/۱۸c	تخم بید غلات - ۲۵
۱۱/۵±۰/۶۴e	۱۷/۲۷±۰/۶۴e	تخم بید غلات - ۲۷/۵
۱۰/۳۵±۰/۲۸f	۱۵/۱۴±۰/۳۷f	تخم بید غلات - ۳۰
۸±۰/۲۳gh	۱۲/۱۶±۰/۴۶gh	تخم بید غلات - ۳۲/۵
۷/۷۳±۰/۳gh	۱۱/۲۷±۰/۳۹h	

همچنین مجموع نیاز حرارتی نیز از رابطه $t = 1/b$ برابر با ۳۹/۰۶ روز- درجه محاسبه شد (شکل ۳-۱). دوره لاروی: بر اساس نتایج این آزمایش و معادله

به‌دست آمد. خط رگرسیون محور xها را در نقطه ۱۱/۹۱ قطع می‌کند، لذا این نقطه به عنوان آستانه پایین رشد برای تخم این شکارگر به‌دست آمد (شکل ۳).

۱۱/۸۸ و ۶/۲۷ و ۱۴/۶۳ و ۷/۹۳ درجه سلسیوس و مجموع درجه حرارت روزانه برای تبدیل تخم به حشره کامل را ۳۴۶/۴۲ درجه سلسیوس به دست آوردند. Elhabi *et al.* (2000) با مطالعه چرخه زندگی این کفشدوزک نشان داد که رابطه رشد و نمو در ارتباط با افزایش دما یک رابطه نمایی است و همراه با افزایش دما طول مراحل مختلف رشدی کاهش پیدا کرد. Lanzoni *et al.* (2004) آستانه دمایی مورد نیاز را برای لاروهای سنین ۱، ۲، ۳، ۴، و شفیره کفشدوزک *H. variegata* به ترتیب ۱۱/۱۲، ۶/۲۱، ۱۰/۴۵، ۱۱/۲۴، ۱۱/۱۷ درجه سلسیوس ذکر نمودند. Jalali (2001) آستانه حداقل حرارتی برای کفشدوزک *H. variegata* را با تغذیه از پسیل معمولی پسته ۱۴/۴۱ به دست آورد و مجموع نیاز حرارتی را ۱۶۳/۹۲ روز-درجه ذکر نمود. Mehrnejad (1998)، آستانه حداقل حرارتی برای پسیل پسته را در شرایط آزمایشگاه ۱۰/۷ درجه سلسیوس به دست آورد. با توجه به پایین بودن آستانه حداقل حرارتی *H. variegata* نسبت به *A. pistaciae*، پیش‌بینی می‌شود در ابتدای بهار زمانی که درجه دمای محیط به آستانه‌های رشد نزدیک می‌شود کفشدوزک زودتر از دیابوز خارج شده و فعالیت خود را سریع‌تر آغاز می‌کند. اما به نظر می‌رسد این تأخیر زمانی در حدی نیست که به حشره شکارگر فرصت استقرار کامل را روی درختان پسته بدهد و انتظار می‌رود همزمان با شروع فعالیت پوره‌های پسیل، حشرات کامل کفشدوزک *H. variegata* فعالیت تغذیه‌ای و تولیدمثلی خود را آغاز کنند. اما نکته قابل توجه این است که باید به این کفشدوزک فرصت داده شود تا جمعیت خود را افزایش داده و با جمعیت میزبان به تعادل برسد. با مقایسه

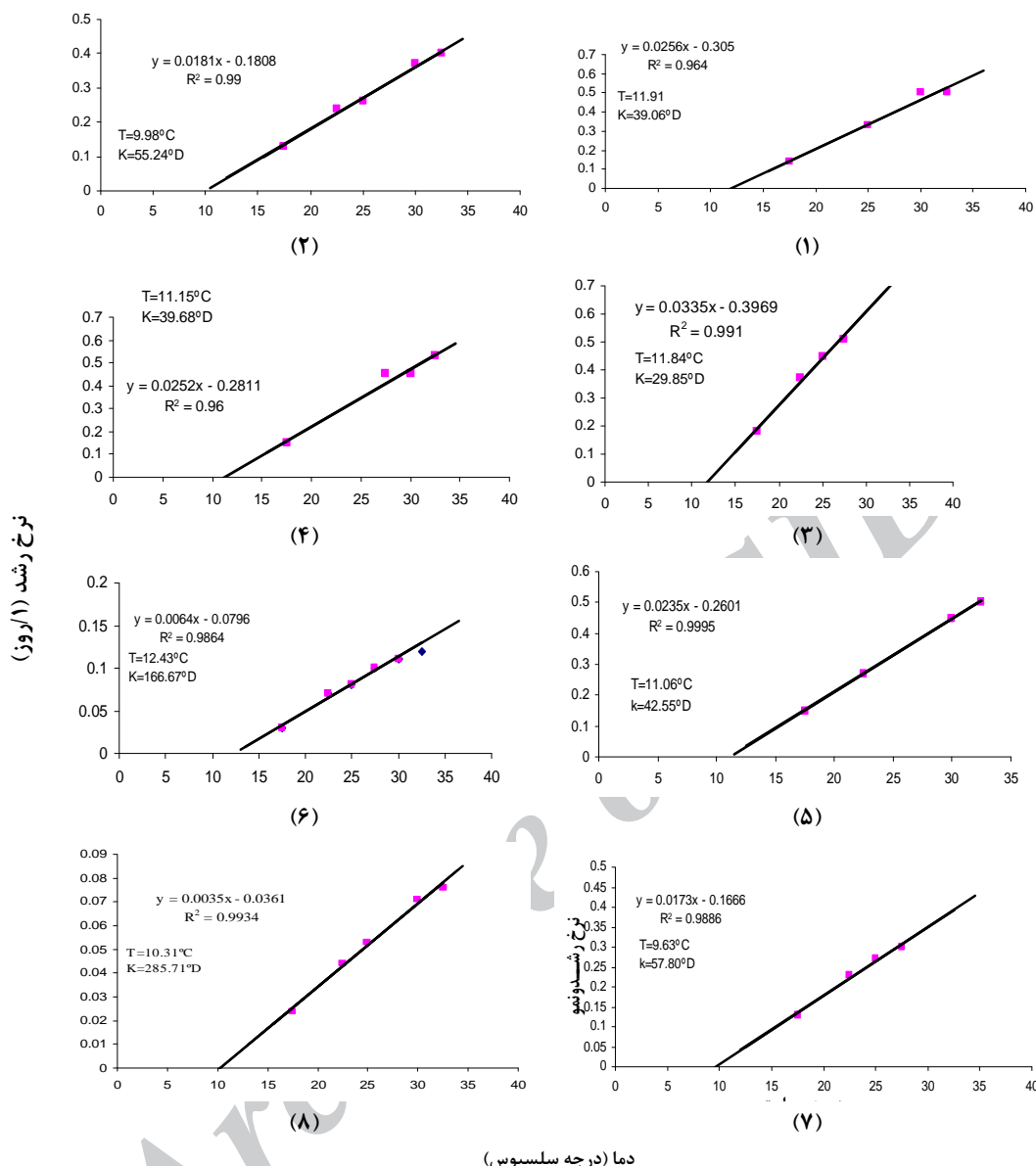
رگرسیون خطی $Y = -0.0796 + 0.064X$ و $R^2 = 0.99$ آستانه حداقل حرارتی برای دوره لاروی ۱۲/۴۴ درجه سلسیوس و نیاز حرارتی این حشره در این مرحله رشد ۱۵۶/۲۵ روز-درجه تخمین زده شد (شکل ۳-۶) آستانه حداقل حرارتی برای لارو سن ۱، ۲، ۳، ۴ و شفیره به ترتیب ۹/۹۸، ۱۱/۸۴، ۱۱/۱۵، ۱۱/۰۶ و ۹/۶۳ درجه سلسیوس بود (شکل ۳-۲ تا ۵). نیاز حرارتی برای لارو سن ۱، ۲، ۳، ۴ و شفیره به ترتیب ۵۱/۲۸، ۲۹/۸۵، ۳۹/۶۸، ۴۲/۵۵ و ۵۷/۸۰ درجه-روز به دست آمد (شکل ۳).

دوره رشد از مرحله تخم تا ظهور حشرات کامل:
برای محاسبه آستانه حداقل حرارتی این مرحله، میانگین تعداد روز برای دوره تخم و دوره لاروی تا ظهور حشره کامل با یکدیگر جمع شدند. سپس نسبت رشد برای دماهای مورد آزمایش محاسبه شد. در این آزمایش معادله رگرسیون خطی $Y = -0.0361 + 0.035X$ و $R^2 = 0.99$ به دست آمد. آستانه حداقل حرارتی برای مرحله رشد حشره کامل (تخم تا ظهور حشره کامل) ۱۰/۳۱ درجه سلسیوس و نیاز حرارتی برای دوره رشد از تخم تا ظهور حشرات کامل ۲۸۵/۷۱ روز-درجه تخمین زده شد. تأثیر دما در نرخ رشدونمو کفشدوزک *H. variegata* برای مراحل تخم، لارو سن ۱، لارو سن ۲، لارو سن ۳، لارو سن ۴، شفیره، کل دوره لاروی و تخم تا حشره کامل در شکل‌های ۳ و جدول ۶ نشان داده شده است.

Jafari & Vafaii (2009) آستانه حداقل حرارتی برای مرحله تخم، پیش شفیره، شفیره و تخم تا حشره کامل کفشدوزک *H. variegata* با تغذیه از شته باقلا *Aphis fabae* Scopoli (Hem., Aphididae) را به ترتیب

جدول ۶- حداقل حرارت آستانه رشد (T_0) و حرارت ثابت K(DD) کفشدوزک *H. variegata*

دوره رشد	T_0 (°C)	K(DD)	رگرسیون خطی	R^2
تخم	۱۱/۹۱	۳۹/۰۶	$Y = 0.305 + 0.256X$	۰/۹۶
لارو سن ۱	۹/۹۸	۵۱/۲۸	$Y = 0.18 + 0.181X$	۰/۹۸
لارو سن ۲	۱۱/۸۴	۲۹/۸۵	$Y = 0.3969 + 0.335X$	۰/۹۸
لارو سن ۳	۱۱/۱۵	۳۹/۶۸	$Y = 0.2811 + 0.252X$	۰/۹۶
لارو سن ۴	۱۱/۰۶	۴۲/۵۵	$Y = 0.26 + 0.225X$	۰/۹۹
کل دوره لاروی	۱۲/۴۳	۱۶۶/۶۷	$Y = 0.0796 + 0.064X$	۰/۹۷
شفیره	۹/۶۳	۵۷/۸۰	$Y = 0.1666 + 0.173X$	۰/۹۸
حشرات کامل	۱۰/۳۱	۲۸۵/۷۱	$Y = 0.0361 + 0.035X$	۰/۹۷



شکل ۳- آستانه حداقل حرارتی برای ۱- دوره جنین تخم؛ ۲- لارو سن ۱؛ ۳- لارو سن ۲؛ ۴- لارو سن ۳؛ ۵- لارو سن ۴؛ ۶- کل دوره لاروی؛ ۷- شفیره؛ ۸- حشرات کامل

پسپیل معمولی پسته و همچنین کفشدوزک *H. variegata* در طبیعت به‌دست آید تا به‌توان به‌طور قطعی در این‌باره نظر داد.

پژوهش‌های گوناگونی ویژه طول دوره رشدی و درصد مرگ‌ومیر کفشدوزک *H. variegata* با تغذیه از میزبان‌های مختلف در دماهای متفاوت انجام گرفته است. اختلاف‌هایی که پژوهش حاضر با پژوهش‌های پیشین دارد به دلیل متفاوت بودن میزبان و دماهای انتخاب شده می‌باشد. Elhabi *et al.* (2000) طول دوره لاروی و شفیره کفشدوزک *H. variegata* را در دماهای

مجموع حرارت مورد نیاز برای تکمیل یک مرحله از رشد از تخم تا حشره کامل (K) برای حشرات کامل کفشدوزک *H. variegata* و پسپیل پسته *A. pistaciae* مشخص می‌شود، که مقدار انرژی گرمایی لازم جهت تکمیل دوره رشد و نمو هر دو حشره تقریباً یکسان است. برای پیش‌بینی میزان رشد کفشدوزک در شرایط طبیعی تحقیقات بیشتری روی تأثیر عوامل اقلیمی مثل طول دوره نوری، دما و غذا لازم است تا پتانسیل این کفشدوزک در کنترل پسپیل پسته مشخص شود. همچنین نیاز است که آستانه حرارتی حداقل برای

کفشدوزک *H. variegata* با تغذیه از شته‌های *Rhopalosiphum padi* و *Brevicoryne brassicae* در دمای ۲۵ درجه سلسیوس ۲۰/۱ روز و درصد بقا از تخم تا حشره کامل ۶۱/۸٪ بود. پژوهش انجام شده به وسیله Orr & Obrycki (1990) طول دوره رشدی این کفشدوزک با تغذیه از شته *Rhopalosiphum maidis* در دمای ۲۳ درجه سلسیوس ۱۹/۴ روز و درصد بقا از تخم تا حشره کامل ۹۵٪ و با تغذیه از شته نخود *Acyrtosiphon pisum* در دمای ۲۳ درجه سلسیوس ۱۹/۳ روز و درصد بقا ۸۸٪ بود. مطالعات Michels & Flanders (1992) مشخص کرد که کفشدوزک *H. variegata* در دمای ۲۰ درجه سلسیوس و با تغذیه از شته *Schizaphis graminum* (Rondani) ۳۰/۳ روز طول می‌کشد تا دوره رشدی خود را کامل کند. تأثیر دما روی رشد کفشدوزک *H. variegata* در نواحی مرتفع تگزاس مشخص کرد که نرخ رشد در کفشدوزک‌ها با زیاد شدن دما افزایش می‌یابد (Michels & Bateman, 1986). بر اساس مطالعات Wang et al. (1984) دمای مناسب برای رشد *H. variegata* ۱۸-۲۵ درجه سلسیوس و دوره رشد آن برای نسل‌های اول، دوم و سوم به ترتیب ۳۵/۹، ۳۷/۲ و ۲۵/۹ روز می‌باشد.

بررسی‌های انجام شده روی گونه نزدیک به گونه مورد بررسی در پژوهش حاضر روی میزبان‌های مختلف، در ادامه این بحث دنبال شده است. Katsarou et al. (2005) زیست‌شناسی کفشدوزک *H. convergens* را در دماهای ۱۴، ۱۷، ۲۰ و ۲۳ درجه سلسیوس روی شته توتون مورد مطالعه قرار دادند، نتایج این تحقیق نشان داد که با افزایش دما از ۱۴ به ۲۳ درجه سلسیوس طول دوره رشدی کاهش پیدا می‌کند به طوری که طول دوره زندگی حشره کامل از ۵۷/۲ روز در دمای ۱۴ درجه سلسیوس به ۱۶/۹ روز در دمای ۲۳ درجه سلسیوس کاهش یافت و طول دوره رشد در دماهای ۱۷ و ۲۰ درجه سلسیوس نیز ۳۶/۲ و ۲۷/۳ روز به دست آمد و در دمای ۱۷ و ۲۰ درجه سلسیوس وزن حشرات بیشتر بود، همچنین ضمن این بررسی مشخص شد که مرگومیر لاروهای سن ۱ بسیار بیشتر از لاروهای سنین بعدی و شفیره به‌ویژه در دماهای پائین می‌باشد. نتایج

۱۸، ۲۲، ۲۶، ۳۰ و ۳۴ درجه سلسیوس با تغذیه از شته جالیز (*Aphis gossypii* Glov (Homoptera: Aphididae) به ترتیب ۲۷/۵۸، ۱۲/۶۶، ۱۰/۷۱، ۸/۲۸، ۷ روز به دست آوردند. نتایج Elhabi et al. (2000) نشان داد که با افزایش دما از ۱۸ به ۳۴ درجه سلسیوس سرعت رشد در کفشدوزک زیاد شده و طول دوره‌های رشدی کوتاه‌تر می‌شود که با نتایج به‌دست آمده در این پژوهش هماهنگ می‌باشد. Molashahi et al. (2002) طول دوره از تخم تا حشره کامل کفشدوزک *H. variegata* را با تغذیه از شته خرزهره در دماهای ۲۰، ۲۵، ۳۰، ۳۵ را به ترتیب ۲۸/۸۸، ۲۱/۰۴، ۱۳/۰۸، ۱۰/۳۰ روز به دست آوردند، این دستاورد نیز نشلن می‌دهد که همراه با افزایش دما سرعت رشد کفشدوزک افزایش می‌یابد. بالاترین درصد تفریح تخم در دماهای ۲۵ درجه سلسیوس و به‌میزان ۹۴ درصد است و کم‌ترین میزان آن در دمای ۳۵ درجه سلسیوس و به میزان ۸۴ درصد می‌باشد. نتایج حاصل از بررسی Molashahi et al. (2002) با نتایج حاصل از این پژوهش (جدول‌های ۴-۱ تا ۴-۴) هماهنگی دارد. در بررسی Badawy (1968) طول دوره جنینی، لاروی و شفیرگی کفشدوزک *H. variegata* در سودان در شرایط مزرعه و روی شته‌های یونجه به ترتیب ۲، ۶/۰۹ و ۲/۶۱ روز به دست آمد. Jafari et al. (2008) زیست‌شناسی کفشدوزک *H. variegata* را در شرایط آزمایشگاهی (دماهای ۲۰، ۲۵، ۳۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۶۵٪ و ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی) و با تغذیه از شته سیاه باقلا مورد بررسی قرار دادند. نتایج آزمایش‌های این محققین بیان‌گر این است که طول دوره‌ی رشدی کفشدوزک با افزایش دما کاهش می‌یابد. Lanzoni et al. (2004) زیست‌شناسی کفشدوزک *H. variegata* را با تغذیه از شته سبز هلو و در دمای ۲۵ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۶۰-۸۰٪ و طول دوره ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی مورد بررسی قرار دادند در این بررسی، مدت زمان لازم برای تفریح تخم ۲/۶ روز، طول دوره لاروی سن ۱، ۲، ۳، ۴ و شفیره به ترتیب ۲/۶، ۱/۹، ۲، ۲/۹ و ۶/۱ روز و کل دوره رشدی ۱۸/۱ روز طول کشید. میزان تفریح تخم در این دما ۷۳٪ به دست آمد. در بررسی Elhag & Zaitoon, (1996) طول دوره رشدی

۶/۶، ۸/۷، ۱۶/۳، ۲۱/۸ و کل دوره لاروی در این دما ۶۳/۷ روز در دمای ۲۰ درجه سلسیوس به ترتیب ۵/۱، ۳/۷، ۴/۱، ۶/۴، ۱۱/۱، و کل دوره لاروی ۳۰/۴ روز و بالاخره در دمای ۲۵ درجه سلسیوس به ترتیب ۲/۴۲، ۱/۳۳، ۱/۵۵، ۱/۸، ۳/۲۵، و کل دوره لاروی ۱۷/۲ روز می‌باشد، میزان مرگ‌ومیر کل در دماهای مذکور به ترتیب ۷۰، ۱۵ و ۵٪ می‌باشد. Orr & Obrycki (1990) زیست‌شناسی کفشدوزک *H. parenthesis* را در ۵ دما بین ۱۴ تا ۳۰ درجه سلسیوس مورد بررسی قرار دادند که طول دوره رشدی در ۱۴ و ۳۰ درجه سلسیوس به ترتیب ۳۸/۷ و ۷ روز طول کشید. این پژوهش‌گر با بررسی زیست‌شناسی *H. sinuate* با تغذیه از *R. maidis* متوجه شد در دماهای ۱۵، ۲۰ و ۲۵ طول دوره رشدی به ترتیب ۵۵/۴، ۱۸ و ۱۶ روز می‌باشد. اما طول دوره رشدی *H. parenthesis* در دماهای ۱۴، ۱۸، ۲۲ و ۲۶ درجه سلسیوس ۵۳/۶، ۲۸/۸، ۱۸/۱، ۱۳/۱ روز بود. بالاترین میزان مرگ‌ومیر مربوط به لارو سن ۴ و در دمای ۱۴ درجه سلسیوس (۶۷٪) و در ۲۲ درجه سلسیوس میزان مرگ‌ومیر در حدود ۷٪ می‌باشد. بنابراین، سرعت فعالیت‌های متابولیکی حشرات به شدت تحت تأثیر دمای محیط است و مانند کاتالیزور عمل می‌کند به طوری که به ازای افزایش دمای محیط در محدوده قابل تحمل دمایی برای حشرات سرعت واکنش‌های بیوشیمیایی بدن بیشتر می‌شود. بنابراین با افزایش دما و فعل و انفعالات متابولیکی، نیاز به تغذیه زیادتر می‌شود.

نتیجه‌گیری کلی

از میان عوامل محیطی دما یک عامل غیرزنده و مؤثر بر تغییرات جمعیت دشمنان طبیعی است. با افزایش درجه دما تا محدوده مشخصی، رشد حشره سریع‌تر خواهد شد زیرا فرآیندهای فیزیولوژیک و بیوشیمیایی بدن حشره با افزایش دما بالا رفته، رشدونمو را تسریع می‌کند. این پژوهش نشان داد که دما و غذا بر طول دوره رشدی کفشدوزک *H. variegata* تأثیرگذار است، بنابراین، تعیین دمای مناسب برای مراحل رشدی این حشره برای پرورش این کفشدوزک به صورت انبوه جایگاه ویژه‌ای دارد. Bonte et al. (2010) نشان دادند که اثر غذا روی مراحل مختلف رشدی و زادآوری

به‌دست آمده در مورد زیست‌شناسی و مرگ‌ومیر کفشدوزک *H. convergens* با نتایج مطالعه حاضر مطابقت دارد. نتایج تحقیقات دانشمندان نشان می‌دهد که بیشترین میزان مرگ‌ومیر لاروی در دمای نزدیک دمای آستانه حرارتی اتفاق می‌افتد که یک پدیده طبیعی در بین کفشدوزک‌های شته‌خوار می‌باشد که در مناطق معتدل زندگی می‌کنند (Orr & Obrycki, 1990; Miller, 1992; Rodriguez-Saona & Miller, 1999). Rodriguez-Saona & Miller (1999) تأثیر دما روی زیست‌شناسی کفشدوزک *H. convergens* را در ۴ دمای مختلف ۱۸، ۲۲، ۲۶ و ۳۰ درجه سلسیوس مورد بررسی قرار دادند. نتایج تحقیقات نشان داد که با افزایش دما از ۱۸ به ۳۰ درجه سلسیوس سرعت رشد افزوده شده و طول دوره‌های رشدی کوتاه‌تر می‌شود. دوره رشد در دمای ۱۸ درجه سلسیوس ۵۱ روز و در دمای ۳۰ درجه سلسیوس ۱۴ روز به طول انجامید. مرگ‌ومیر نیز با افزایش دما از ۱۴ به ۳۰ درجه سلسیوس کاهش یافته اما در دمای کمتر از ۱۸ درجه سلسیوس مرگ‌ومیر افزایش پیدا می‌کند. Miller (1992) مرگ‌ومیر تخم و لارو کفشدوزک *H. convergens* را در دمای ۱۷ درجه سلسیوس به ترتیب ۸۰ و ۸۳٪ ذکر کرده است. Miller (1992) بهترین دما برای رشد کفشدوزک *H. convergens* را در اتاکا (Ithaca) نیویورک ۲۹ درجه سلسیوس ذکر کردند. زیرا در این دما طول دوره رشدی کفشدوزک فوق کوتاه‌تر و درصد مرگ‌ومیر نیز کاهش می‌یابد. Jian et al. (2009) زیست‌شناسی کفشدوزک را در دماهای ۱۳، ۱۷، ۲۱، ۲۵، ۲۹، ۳۳ درجه سلسیوس مورد مطالعه قرار دادند. دوره رشد کفشدوزک *H. convergens* در دماهای مذکور به ترتیب ۶۲/۲۳، ۴۸/۳۱، ۲۵/۰۱، ۲۰/۷۸، ۱۳/۶۸، ۱۰/۹۲ روز می‌باشد. آنها دمای بهینه (optimal) و کمترین دمای رشد را به ترتیب ۲۱/۲۸ و ۱۱/۵۵ ذکر کردند. Cardoso & Lazzari (2003) زیست‌شناسی کفشدوزک *H. convergens* را در دماهای ۱۵، ۲۰ و ۲۵ رطوبت نسبی 10 ± 70 و ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی با تغذیه از *Cinara spp.* بررسی کردند؛ مطالعات آنها نشان داد که، طول دوره لاروهای سن ۱، ۲، ۳، ۴، و سفیره در دمای ۱۵ درجه سلسیوس به ترتیب ۱۰/۳،

انبوهی دشمن طبیعی مهم است. با نگرش به اینکه فراهم کردن تخم شب‌پره آرد پر هزینه است، بنابراین پژوهش‌های بیشتری برای به دست آوردن یک غذای جایگزین ضروری است.

کفشدوزک *Adalia bipunctata* اثر معنی‌دار دارد و تغذیه از تخم شب‌پره آرد *Ephestia kuehniella* Zeller بیشترین اثر را روی زادآوری کفشدوزک داشته است. بنابراین وجود غذای مصنوعی مناسب برای پرورش

REFERENCES

1. Aalbersberg, Y. K., van der Westhuizen, M. C. & Hewitt, P. H. (1988). Natural enemies and their impact on *Diuraphis noxia* (Mordvilko) (Hemiptera: Aphididae) populations. *Bulletin of Entomological Research*, 78, 111-120.
2. Ahmadi, A. A. & Sarafrazi, A. (1993). Natural enemies of *Diuraphis noxia* in Fars province. In: Proceedings of the 11th Iranian Plant Protection Congress, Rasht. p. 1. (In Farsi).
3. Asghari, F. (2010). *Biology and predation of Hippodamia variegata* (Goez) (Col.: Coccinellidae) on *Agonoscena pistaciae* Burckhardt and Lauterer in laboratory conditions. M. Sc. thesis, Vali-e-Asr University, 121 pp. (In Farsi).
4. Badawy, A. (1968). The biology of *Adonia variegata* Goez and its role in control berseem aphids in Sudan. *Bulletin de la Societe Entomologique-d Egypte*, 52, 391-396.
5. Bonte, M., Samih, M. A. & De Clercq, P. (2010). Development and reproduction of *Adalia bipunctata* on factitious and artificial foods. *Biocontrol*, 55(4), 485-491.
6. Campbell, A., Frazer, B. D., Gilbert, N., Gutierrez, A. P. & Mackauer, M. (1974). Temperature requirements of some aphids and their parasites. *Journal of Applied Ecology*, 11, 431-438.
7. Cardoso, J. T. & Lázari, S. M. N. (2003). Comparative biology of *Cycloneda sanguinea* (Linnaeus, 1763) and *Hippodamia convergens* Guérin-Méneville, 1842 (Coleoptera, Coccinellidae) focusing on the control of *Cinara* spp. (Hemiptera, Aphididae). *Revista Brasileira de Entomologia*, 47(3), 443-446.
8. Davidson, J. (1994). On the relationship between temperature and rate of development of insects at constant temperature. *Journal of Animal Ecology*, 13, 26-38.
9. Dent, D. R. & Wratten, S. D. (1986). The host-plant relationships of apterous virginoparae of the grass aphid *Metopolophium festucae cerealium*. *Annual of Applied Biology*, 108, 567-576.
10. Elhabi, M. A., Elljad Sekat, L. & Boumezzoush, A. (2000). Biologie, d *Hippodamia variegata* Goeze (Col.: Coccinellidae) et possibilités de son utilization contre *Aphis gossypii* Glov (Homoptera: Aphididae) sous serres de concombres. *Journal of applied entomology*, 124, 365-374.
11. Elhag, E. T. A. & Zaitoon, A. A. (1996). Biological parameters for four Coccinellid species in central Saudi Arabia. *Biological Control*, 7, 316-319.
12. Elliott, N., Kiechhefer, R. & Kauffman, W. (1996). Effects of an invading coccinellid on native coccinellids in an agricultural landscape. *Oecologia*, 105, 537-544.
13. Ershova, N. I. (1981). Aphidophagous coccinellids in covered ground. *Zashchita Rastenii Moskva*, 1, 29-30. (In Russian).
14. Franzmann, A. B. (2002). *Hippodamia variegata* (Goeze) (Coleoptera: Coccinellidae), a predacious ladybird new in Australia. *Australian Journal of Entomology*, 41, 375-377.
15. Gibson, R. L., Elliott, N. C. & Schaefer, P. (1992). Life history and development of *Scymnus frantalis* (Coleoptera: Coccinellidae) on four species of aphids. *Journal of Kansas Entomology Society*, 65, 410-415.
16. Gordon, R. D. (1987). The first North American records of *Hippodamia variegata* (Goeze) (Col.: Coccinellidae). *Journal of New York Entomology Society*, 95, 307-309.
17. Gordon, R. D. & vanDen Borg, N. (1991). Field guide to recently introduced species of coccinellidae (Coleoptera) in North America, with a revised key to North American genera of Coccinellini. In: Proceedings of Entomological Society of Washington, 93, 845-864.
18. Hodek, I. (1973). *Biology of Coccinellidae*. Czechoslovak. Academy of Science. Prague.
19. Jafari, R., Kamali, K. & Ostovan, H. (2008). Biology of *Hippodamia variegata* (Col.: Coccinellidae) in laboratory conditions. In: Proceedings of the 18th Iranian Plant Protection Congress, Rasht, p. 446. (In Farsi).
20. Jafari, R. & Vafaei Shoushtari, R. (2009). Effect of different temperatures on life developmental stages of *Hippodamia variegata* Goeze (Col., Coccinellidae), feeding on *Aphis fabae* Scopoli (Hem., Aphididae). *Journal of Entomological Research*, 1(4), 289-297.
21. Jalali, M. A. (2001). *Study of food consumption in lady beetles of the common pistachio psyllid, Agonoscena pistaciae in Rafsanjan and compiling a life table in controlled conditions*. M. Sc. thesis, University of Shiraz, 110 pp. (In Farsi).
22. Jian, Y., Jia, H. & Rong, Zh. (2009). Relationship between the temperature and the development of

- Hippodamia variegata*. *Chinese Bulletin of Entomology*, 46, 605-609.
23. Katsarou, I., Margaritopoulos, J. T., Tsitsipis, J. A., Perdakis, D. C. & Zarpas, K. D. (2005). Effect of temperature on development, growth and feeding of *Coccinella septempunctata* and *Hippodamia convergens* reared on the tobacco aphid, *Myzus persicae* nicotianae. *BioControl*, 50, 565-588.
 24. Kontodimas, D. C. & Stathas, G. J. (2004). Phenology, fecundity and life table parameters of the predator *Hippodamia variegata* reared on *Dysaphis crataegi*. *Biocontrol*, 50, 223-233.
 25. Krafusur, E. S., Obrycki, J. J. & Nariboli, P. (1996). Gene flow in colonizing *Hippodamia variegata* Ladybird Beetle populations. *Journal of Heredity*, 87, 41-47
 26. Lanzoni, A., Accinelli, G., Bazzacchi, G. G., Burgio, G. (2004). Biological traits and life table of the exotic *Harmonia axyridis* compared with *Hippodamia variegata* and *Adalia bipunctata* (Coleoptera: Coccinellidae). *Journal of Applied Entomology*, 128, 298-306.
 27. Mehrnejad, M. R. (1998). *Evaluation of the parasitoid Psyllaephagus pistaciae* (Hym.: Encyrtidae) as a biocontrol agent of the common pistachio psylla *Agonoscena pistaciae* (Hem.: Psylloidea). Ph. D. thesis The University of London, 271 pp.
 28. Michels, G. J. & Flanders, R. V. (1992). Larval development, aphid consumption and oviposition for five imported Coccinellids at constant temperature on Russian wheat aphid and greenbugs. *Southwest Entomology*, 17, 233-243.
 29. Miller, J. C. (1992). Temperature-dependent development of the convergent lady beetle (Coleoptera: Coccinellidae). *Environmental Entomology*, 21, 197-201.
 30. Molashahi, M., Sahragard, A. & Hoseini, R. (2002). growth index of *Hippodamia variegata* (Col.: Coccinellidae) in laboratory conditions. In: *Proceedings of the 15th Iranian Plant Protection Congress, Rasht*. p. 338. (In Farsi).
 31. Obrycki, J. J. & Kring, T. J. (1998). Predaceous Coccinellidae in biological control. *Annual Review of Entomology*, 143, 295-321.
 32. Orr, C. J. & Obrycki, J. J. (1990). Thermal and dietary requirements for development of *Hippodamia parenthesis* (Coleoptera: Coccinellidae). *Environmental Entomology*, 19, 1523-1527.
 33. Rodriguez-Saona C. & Miller, J. C. (1999). Temperature-dependent effects on development, mortality and growth of *Hippodamia convergens* (Coleoptera: Coccinellidae). *Environmental Entomology*, 28, 518-522.
 34. Subramanyan, B. & Hagstrum, D. W. (1991). Quantitative analysis of temperature, relative humidity, and diet influencing development of the larger grain borer, *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera: Bostrichidae) *Tropical Pest Management*, 37, 195-202.
 35. Wang, Y. H., Liu, B. S., Fu, H. Z. & Gu, L. N. (1984). Studies on the habits and bionomics of *Adonia variegata* (Goeze). *Insect Knowledge Kunchong Zhishi*, 21, 19-22. (In Chinese).
 36. Wheeler, A. G. Jr. & Stoops, C. A. (1996). Status and spread of the Palearctic lady beetles *Hippodamia variegata* and *Propylea quatuordecimpunctata*. *Entomological News*, 107, 291-298.
 37. Yang, P. J. J. R. & Dowell, R. V. (1994). Temperature influence on the development and demography of *Bactrocera dorsalis* in China. *Environmental Entomology*, 23(4), 971-974.
 38. Zuniga, E. S., van den Bosch, R., Drea, J. J. & Gruber, F. (1986). Biological control project against the cereal aphids (Homoptera: Aphididae) in Chile: II. Exploration importation, and quarantine of predators and parasitoid species. *Agricultura Tecnica (Chile)*, 46, 479-487.